

REVISION BIBLIOGRAFICA SOBRE CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS MINERALES Y MINEROMEDICINALES

J.R.. Fagundo, A. Cima, P. González

Centro Nacional de Termalismo “Víctor Santamarina”

RESUMEN

Se presentan los resultados de un trabajo de revisión bibliográfica sobre la clasificación de las aguas minerales, con el objetivo de recoger los criterios adoptados en diferentes países bajo distintos puntos de vistas y brindar estos conocimientos a los termalistas de Cuba a fin de enriquecer los conocimientos al respecto.

INTRODUCCIÓN

Las aguas minerales han sido clasificadas por diferentes autores atendiendo a diversos criterios: uso, origen, temperatura, mineralización, pH, caudal, tonacidad, mineralización global, composición química, acción fisiológica, actividad terapéutica, etc. (Armijo y San Martín, 1994a).

Algunos métodos de clasificación basados en la temperatura, la mineralización global y la composición química toman en consideración los valores de base (fondo) de los países para establecer los límites y tipos de aguas correspondientes, mientras que otros métodos se basan en criterios médico-balneológicos y farmacéuticos para el establecimiento de dichos límites. Con relación a las propiedades física y químicas de las aguas minerales, existen dos tipos de clasificaciones generales:

Una utilizada para las curas termales por vía tópico o inhalatoria, la cual toma en cuenta los denominados grupos balneológicos. Este tipo de clasificación es muy integral y se basa en las propiedades químico-físicas, terapéuticas y farmacológicas de una serie de elementos (Karakolev, 1984; Gromova et al, 1994; Romero, 2000).

Otra, que aparece en los códigos alimentarios y normas de los diferentes países, que regulan las aguas minerales usadas como bebida. Toma en consideración los límites que deben tener las aguas para poseer acción biológica desde el punto de vista alimenticio y farmacéutico (Códigos Alimentario Español para RS 110 y 180 °C, en: Armijo y Valenzuela, 1992; Código Alimentario Argentino, tomado de un Sitio Web de Internet).

En el presente trabajo se discuten los diferentes métodos de clasificación que aparecen en la literatura, tanto en los textos clásicos como en la información más recientes que se localiza en los sitios Web de la Internet.

Este trabajo forma parte de los objetivos del proyecto “Caracterización y evaluación de las aguas minerales y peloides de Cuba”, perteneciente al Programa Ramal del Ministerio de Salud Pública “Medicina Natural y Tradicional”.

CONCEPTOS Y DEFINICIONES

Las aguas minerales constituyen un recurso natural que yace en estratos acuíferos subterráneos. Se diferencian claramente de las aguas de consumo ordinario por su grado de mineralización; la presencia de determinados componentes y por poseer estables la composición química, la temperatura, el caudal y la microflora saprofítica (Armijo y San Martín, 1994b).

Las normas de agua mineral establecen por lo general, que éstas deben poseer más de un gramo de minerales disueltos por kg de agua o bien componentes especiales en cantidad superior a determinadas proporciones, también se establecen restricciones con relación a temperatura y no deben poseer gérmenes patógenos (NC 93-01-218: 1995).

Por ejemplo, la OMS en 1969, consideró como agua mineral natural la bacteriológicamente incontaminada, procedente de fuentes subterráneas, como un mínimo de mineralización de 1 g por kg de agua o 250 mg de CO₂ libre, con propiedades favorables para la salud, según criterios admitidos por el Comité Coordinador de la FAO/OMS (1985).

Las normas y códigos alimentarios definen diferentes tipos de aguas naturales sus respectivas características, según se utilicen para fines balneológicos, para el abasto público o como agua de bebida envasada. Así por ejemplo, la Norma Cubana de Agua Potable (N.C. 93-02: 1985) regula las aguas de consumo por parte de la población, la Norma Cubana de Agua Mineral (NC 93-01-218:1995), las utilizadas en crenoterapia y la Norma Cubana de Bebida Envasada (N.C 2: 1996) las de tipo embotellada. En dichas normas aparecen las siguientes definiciones:

Agua potable. Con las denominaciones de Agua potable de suministro público y Agua potable de uso domiciliario, se entiende la que es apta para la alimentación y uso doméstico: no deberá contener sustancia o cuerpos extraños de origen biológico, inorgánico o radiactivo en tenores tales que que la hagan peligrosa para la salud. Deberá presentar sabor agradable y ser prácticamente incolora, inodora, límpida y transparente.

Agua mineral natural. Agua que se diferencia claramente del agua potable y que se caracteriza por su contenido en determinadas sales minerales y sus proporciones relativas, así como la presencia de elementos traza o de otros constituyentes útiles para el metabolismo humano. Se obtiene directamente de fuentes naturales o perforadas de aguas subterráneas procedentes de estratos acuíferos. Su composición y la estabilidad de su flujo y temperatura son constantes, teniendo en cuenta los ciclos de las fluctuaciones naturales y se capta en condiciones que garantizan la pureza microbiológica original.

En la Comunidad Económica Europea (CEE) existe una normativa para el agua mineral natural, plasmada en el CODEX ALIMENTARIUS (Romero, 2000), donde se define que,

“El agua mineral natural se diferencia claramente del agua potable normal porque:

- a. Se caracteriza por su contenido de determinadas sales minerales y sus proporciones relativas, así como por la presencia de oligoelementos o de otros constituyentes;
- b. Se obtiene directamente de manantiales o fuentes perforadas de agua subterránea procedente de estratos acuíferos, en los cuales, dentro de los perímetros protegidos deberán adoptarse todas las precauciones necesarias para evitar que las calidades

químicas o físicas del agua mineral natural sufran algún tipo de contaminación o influencia externa;

- c. Su composición y la calidad de su flujo son constantes, teniendo en cuenta los ciclos de las fluctuaciones naturales menores;
- d. Se recoge en condiciones que garantizan la pureza microbiológica original y la composición química de sus constituyentes esenciales;
- e. Se embotella cerca del punto de emergencia de la fuente, adoptando precauciones higiénicas especiales;
- f. No se somete a otros tratamientos que los permitidos por esta Norma”

Agua mineral medicinal. Agua que por su composición y características propias puede ser utilizada con fines terapéuticos, desde el área de emergencia hasta el lugar de utilización, dada sus propiedades curativas demostradas por analogía de similares tipos de aguas existentes, por experiencia local, por estudios correspondientes o mediante ensayos clínicos y evolución de procesos específicos o de experiencia médica comprobada, y conservar después de ser envasada sus efectos beneficiosos para la salud humana.

Agua mineral termal. Agua mineral cuya temperatura de surgencia debe ser superior al menos en 4 grados centígrados, a la media anual ambiental del lugar donde emergen, permitiendo utilizar su acción calorífica.

Agua mineral industrial. Agua mineral que por su composición (cualitativa y cuantitativa) permite un aprovechamiento relacionado con los minerales que contiene.

Agua mineral envasada. La Norma Cubana de Agua de Bebida Envasada (NC 2: 1996) establece los siguientes tipos:

Agua mineral natural. La misma definición establecida en la Norma Cubana de Agua Mineral (NC 93-01-218:1995) que se definió con anterioridad.

Agua mineral natural carbonatada naturalmente. Agua mineral natural que, después de un posible tratamiento de reposición de CO₂ libre y del envasado, contiene la misma cantidad de CO₂ original que al surgir de la fuente de agua mineral, teniendo en cuenta la tolerancia técnica normal.

Agua mineral natural no carbonatada. Agua mineral natural que por su naturaleza y después de un posible tratamiento y de su envasado, no contiene CO₂ libre en una medida que no exceda la cantidad necesaria para mantener presente los iones HCO₃⁻ disueltos en agua.

Agua mineral natural descarbonatada y agua mineral natural reforzada con dióxido de carbono en la fuente. Agua mineral que, después de un posible tratamiento y de su envasado, no tiene el mismo contenido de CO₂ que surgir de la fuente.

Agua mineral natural carbonatada. Agua mineral natural que, después de un posible tratamiento y de su envasado, se ha hecho efervescente mediante la adición de CO₂ no procedente de la fuente.

Agua de manantial. Agua que emerge espontáneamente a la superficie de la tierra con un caudal determinado por el ciclo hidrológico después de ser captada mediante labores practicadas para su explotación. No posee las propiedades del agua mineral.

Agua natural. Agua que a diferencia de la de manantial se capta mediante la perforación de pozo.

CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS MINERALES

El criterio de clasificación de las aguas termales y minerales puede ser asumido desde diversos puntos de vista: por su uso, origen, temperatura, tonacidad, mineralización global, composición químico-física,, acciones fisiológicas, actividad terapéutica, etc. (Armijo y San Martín, 1994a).

I. Según sus usos. Las aguas minerales se clasifican en diferentes tipos: mineral natural, mineral medicinal (mineromedicinal), mineral termal (termomineral) y mineral industrial. Debe añadirse en esta clasificación la mineral envasada, cuyos requisitos aparecen en otras normas.

De acuerdo al criterio de Korim (1994, en: Morell, 1995), las aguas termales pueden emplearse en:

- a) Uso no energético
 - ? Uso balneológico y terapéutico
 - ? Agua de bebida
 - ? Suministro doméstico
- b) Uso industrial
 - ? Uso energético
 - ? Calefacción
 - ? Uso agrícola
- c) Usos múltiples

II. Según su origen, Gautier ha dividido las aguas superficiales y profundas, siendo las superficiales de origen meteórico o marino (en: Armijo y San Martín, 1994a). Estas aguas penetran en el suelo hasta llegar a capas impermeables donde se acumulan en masas de mayor o menor volumen desde donde surgen al exterior aprovechando el desnivel o la existencia de grietas o fallas. El agua al atravesar las distintas capas del terreno va captando minerales por disolución o incorporación. Se consideran aguas profundas las de origen magmático o volcánico, siendo características de las mismas la presencia de elementos mineralizantes que evidencian tal origen.

Davis (en: Armijo y San Martín, 1994a) ha clasificado las aguas subterráneas en:

- Aguas marinas: El agua del océano que ha invadido (intrusión marina) en tiempos recientes las rocas y sedimentos no consolidados que están en contacto directo con aquel.

- Agua meteórica: El agua subterránea que en tiempo reciente ha formado parte del ciclo hidrológico.
- Agua congénita: El agua que ha permanecido fuera del contacto de la atmósfera durante largos períodos de tiempo (millones de años).
- Agua metamórfica: La que está o ha estado en contacto con rocas durante su metamorfismo.
- Agua magmática: La que se encuentra y ha originado en el interior de las magmas de poca profundidad.
- Agua plutónica: La que se encuentra y se ha originado en el interior de las magmas a grandes profundidades, probablemente a varios kilómetros.
- Agua juvenil: El agua que nunca ha formado si ha estado en contacto con atmósfera.

White (en: Fagundo et al, 1966), agrupa las aguas por su origen de la siguiente manera:

1. Aguas juveniles (no involucradas en la circulación atmosférica).
 - a) Magméticas.
 - b) Otras aguas juveniles.
2. Aguas surgentes o reciclables (involucradas en la circulación atmosférica).
 - a) Aguas meteóricas:
 - Aguas de precipitación (lluvia y nieve). Estas no son subterráneas.
 - Aguas de suelo.
 - Aguas subterráneas cercanas a la superficie (subsuperficiales).
 - b) Aguas oceánicas que penetran en los acuíferos.
 - c) Aguas fósiles o connatas:
 - De origen marino.
 - De origen no marino.
 - ch) Aguas metamórficas:
 - Aguas con alto contenido de CO₂ y boro.
 - Otros tipos de aguas.
3. Aguas magmáticas.

III. Con relación a la temperatura se han establecido muchas clasificaciones de las aguas termales. Según Ergorov y Luge (1967) la temperatura de las aguas subterráneas dependen de las condiciones climáticas y geotérmicas de la región dentro de los límites de la cual ellas se forman. En la parte superior del corte (por donde discurren las aguas de tipo acuíferas), la temperatura del agua está sometida a oscilaciones debidas a la influencia del aire (temperatura hiperanual promedio del día), mientras que a cierta profundidad a la que no se siente la influencia de las temperaturas superficiales del aire, la temperatura del agua se hace constante y depende del gradiente geotérmico local.

En Cuba la temperatura media del año es de 24.8 °C (Ergorov y Luge, 1967), lo que supone que la temperatura constante de las aguas subterráneas es cercana a 26 °C. Según estos autores, las aguas subterráneas que en nuestro país posean una temperatura superior a 26 °C constituyen termos relativos, mientras que aquellas cuya temperatura sea superior a la temperatura hiperanual promedio del aire en la superficie del globo terráqueo (34 °C) constituyen termos absolutos.

Con el objetivo de agrupar las aguas acorde a su temperatura se han empleado los prefijos **hipo, orto, meso, eso e hiper**; así como clasificaciones más sencillas como la adoptada en Venezuela por Urbani (1991). Este especialista denominó agua **fría** a aquella que posee en la emergencia una temperatura menor o igual a la temperatura media anual; agua **tibia** con un intervalo desde la temperatura media anual hasta 37 °C; agua **caliente** cuando varía desde 37 a 60 °C, y agua **muy caliente** desde 60 a 100 °C.

Por lo general, se consideran termales en relación con la temperatura, aquellas aguas subterráneas que en su punto de emergencia poseen una temperatura mayor que la temperatura media anual. Esta diferencia deber ser superior a 4 ó 5 °C. Según Schoeller (1962), para clasificar las aguas en dependencia de su temperatura se hace necesario considerar la temperatura media anual del aire (Tma) o la temperatura del suelo (Ts) en que brotan el manantial, de ello se obtiene la siguiente clasificación:

? **Hipertermales:** $T < T_{ma} - 4\text{ °C}$ o $T < T_s - 2\text{ °C}$.

? **Ortotermales:** $T = T_{ma} + 4\text{ °C}$ o $T = T_s + 2\text{ °C}$.

? **Hipotermiales:** $T > T_{ma} + 4\text{ °C}$ o $T > T_s + 2\text{ °C}$.

La Norma Cubana de Agua Mineral (NC 93-01-218:1995) divide las aguas de acuerdo a la temperatura de la siguiente manera:

? **Hipertermales:** $T < 4\text{ °C}$ a la temperatura media anual ($< 25\text{ °C}$).

? **Ortotermales:** $T = a$ la temperatura media anual (25-28 °C).

? **Hipotermiales:** $T > 4\text{ °C}$ a la temperatura media anual ($> 29\text{ °C}$).

Desde el punto de vista **hidroterapéutico** y en relación con la llamada **Temperatura Indiferente del Organismo**, resulta de interés la clasificación que establece los siguientes tipos:

- **Hipotermiales** (menos de 35 °C)
- **Mesotermiales**, con temperaturas entre 35 y 37 °C
- **Hipertermales** (más de 37 °C).

Gramova et al (1994) establecen la siguiente agrupación:

1. Aguas extremadamente frías (menos de 0°C): Estas son aguas de alta mineralización en regiones de congelación perpetua.
2. Aguas muy frías (0-4 °C): Aguas de diferente composición en regiones de acumulación de congelación por años.
3. Aguas frías (4-20 °C): La mayoría de las aguas de la circulación no profunda.
4. Aguas termales débiles (20-35 °C).

5. Aguas termales calientes (35-42 °C): Más convenientes para el uso interno.
6. Aguas termales altas (42-100 °C).
7. Aguas extremadamente calientes (overheated) (Por encima de 100 °C): Aguas encontradas en regiones de vulcanismo.

Por su parte, Karakolev (1984), clasificó las aguas minerales de Bulgaria en:

1. Frías: < °C
2. Hipotermas: 20 – 32 °C
4. Isotermas: 32 - 37 °C
5. Hiertermas > 37 °C

En la literatura se encuentran otras clasificaciones de las aguas por su temperatura, tal como la siguiente (Armijo y San Martín, 1994a):

- ? **Frías:** menos de 20 °C.
- ? **Hipotermas:** entre 20 y 35 °C.
- ? **Mesotermas:** entre 35 y 45 °C.
- ? **Hipertermas:** de más de 45 y hasta 50 °C.

Según estos autores, esta clasificación es considerada universal y resulta la más aceptada. La misma es similar a la propuesta por Castany (1971, en: Morell, 1995), en que sólo difieren los límites de algunas temperaturas:

- ? **Frías:** menos de 20 °C.
- ? **Hipotermas:** entre 20 y 35 °C.
- ? **Mesotermas:** entre 35 y 50 °C.
- ? **Hipertermas:** entre 50 y 100 °C.

En el caso de las aguas minerales de bebida, atendiendo a su temperatura, se admiten dos grupos principales:

- **Acratopegas:** con menos de 20 °C.
- **Acratotermas:** con mas de 20 °C.

La búsqueda por Internet en relación a las aguas minerales arroja el siguiente resultado:

En el sitio Web Bienvenidos a Zonatemal – Propiedades de aguas termales, las aguas minerales de bebida se clasifican en:

- a) Aguas termales (con temperturas > 30 °C).
- b) Aguas acrotermas (agua termal cuya mineralización alcanza 1 g/l, incluyéndose el agua de mar).

Según el sitio Web Agua, tierra, luz y aire, las aguas minerales pueden calsificarse en función de su temperatura de la siguiente manera:

- a) Aguas frías (< 22 °C).
- b) Aguas templadas (23-32 °C).
- c) Aguas calientes (33-42 °C).
- d) Aguas muy calientes (> 43 °C).

De acuerdo al Código Alimentario Argentino (consultado en el sitio Web del mismo nombre), las aguas minerales de bebida, de acuerdo a su temperatura se agrupan en:

- a) Atermales (0-20 °C)
- b) Hipotermas (21-30 °C)
- c) Mesotermas (31-40 °C)
- d) Hipertermas (> 40 °C)

IV. Según la tonalidad También ofrece considerable valor en terapéutica las clasificaciones basadas en los valores de la Presión Osmótica o descenso crioscópico (? ?)de las aguas con relación a la de los fluidos orgánicos (tonalidad).

La presión osmótica de un agua mineral está relacionada con la cantidad de iones disueltos en milimoles (concentración molar). Las aguas que tienen una concentración molar de 303 mmol/l poseen una presión osmótica similar a la del suero sanguíneo (aguas minerales isotónicas).

Según Karakolev (1987), el estado isotónico se alcanza con una mineralización de 13 g/l. Por lo que la mayoría de las aguas minerales son hipotónicas. De acuerdo a su tonalidad, este especialista clasifica las aguas minerales de la siguiente manera:

- a) Hipotónicas: Concentraciones < 300 mmol/l
- b) Isotónicas: Concentraciones = 300 mmol/l
- c) Hiertónicas: Concentraciones > 300 mmol/l

En la literatura española (López-Geta y Baeza, 1986) aparece este mismo tipo de clasificación, pero con límites diferentes:

- d) Hipotónicas: Concentraciones < 325 mmol/l
- e) Isotónicas: Concentraciones = 325 mmol/l
- f) Hiertónicas: Concentraciones > 325 mmol/l

Sobre la base del descenso crioscópico las aguas minerales clasifican (Armijo-Valenzuela y San Martín, 1994a) como:

- ? **Hipotónicas:** ? inferior a -0.55 °C.
- ? **Isotónicas:** ? entre -0.55 y -0.58 °C.
- ? **Hipertónicas:** ? superior a -0.58 °C.

V. Con relación al pH, en Bulgaria se clasifican las aguas minerales (Karakolev, 1987) en:

- a) Aguas con fuerte reacción ácida: pH < 3.5
- b) Aguas con moderada reacción ácida: pH 3.5-5.5

- c) Aguas con ligera reacción ácida: pH 5.5-6.8
- d) Aguas con reacción neutra: pH 6.8-7.2
- e) Aguas con reacción alcalina: pH 7.2-8.5
- f) Aguas con reacción alcalina moderada: pH 6.8-7.2
- g) Aguas con fuerte reacción alcalina: pH > 9.5

De acuerdo a la Norma Cubana de Agua Mineral (NC 93-01-218: 1995), las aguas se clasifican en:

- Ácidas: con pH menor de 6.8.
- Neutras: con pH entre 6.8 y 7.2.
- Alcalinas: con pH superior a 7.2.

VI. Atendiendo a la **mineralización global** o mineralización cuantitativa, se han dividido las aguas minerales atendiendo al residuo seco (RS) a 180 o 110 °C o el Total de Sólidos Solubles (TSS).

Gramova et al (1994) ha clasificado las aguas minerales rusas según su RS en:

- a) Aguas de mineralización débil: RS <2 g/l
- c) Aguas de pequeña mineralización: RS 2-5 mg/l
- d) Aguas de mediana mineralización: RS 5-10 mg/l
- e) Aguas de alta mineralización: RS 10-35 mg/l
- f) Soluciones condensadas: RS 35-150 mg/l
- g) Soluciones condensadas fuertes: RS 150-350 mg/l
- h) Soluciones condensadas ultra fuertes: RS 35-150 mg/l

En Bulgaria, Karakolev (1984) ha dividido las aguas minerales de acuerdo a su mineralización en los siguientes tipos:

- a) Aguas poco mineralizadas: RS <2 g/l
- b) Aguas ligeramente mineralizadas: RS 2-5 g/l
- c) Aguas moderadamente mineralizadas: RS 5-15 g/l
- d) Aguas muy mineralizadas: RS 15-100 g/l
- e) Aguas saladas: RS 15-100 g/l RS 15-100 g/l
- d) Aguas muy saladas: RS > 100 mg/l

En España, las aguas minerales según su RS a 180 °C han sido clasificadas (Armijo-Valenzuela y San Martín, 1994a) como:

- **Oligominerales:** las que contienen un RS de menos de 0,2 g/l.
- **Mediominerales:** las que contienen un RS entre 0,2 y 1 g/l.
- **Minerales:** si sobrepasan 1 g/l de RS.

En Argentina las aguas minerales usadas en bebidas (Sitio Web. “Código Alimentario Argentino - Capítulo 12”) se clasifican en:

- a) Oligominerales: RS 50-100 mg/l
- b) De mineralización débil: RS 100-500 mg/l
- c) De mineralización media: RS 500-1500 mg/l
- d) De mineralización fuerte: RS 1500-2000 mg/l

Con respecto a la mineralización la Norma Cubana de Agua Mineral (NC 93-01-218: 1995) establece los siguientes tipos: **baja mineralización, media mineralización y alta mineralización** según el TSS sea: **baja: <0.2 g/l, media: 0.2 – 1 g/l, alta: >1 g/l.**

El Código Alimentario Español teniendo en cuenta que el residuo será a 110°C, divide las aguas minerales en (Armijo-Valenzuela y San Martín, 1994a):

Oligominerales, con RS no superior a 100 mg/l.

De **mineralización muy débil**, con RS entre 100 y 250 mg/l.

De **mineralización débil**, con RS entre 250 y 500 mg/l.

De **mineralización media**, con RS entre 500 y 1000 mg/l.

De **mineralización fuerte**, con RS superior a 1500 mg/l.

De mineralización marino e hipermarina, cuya concentración es igual o superior a la del agua de mar. El R.D 1.164/1991 (en: Armijo y San Martín, 1994a), con relación a las aguas de bebida envasada y atendiendo a su residuo seco, considera:

Aguas **de mineralización muy débil**, las de hasta 50 mg/l.

Oligometálicas o de mineralización débil, las de 50 – 500 mg/l.

De **mineralización fuerte**, las que superan los 1 500 mg/l.

No figuran las comprendidas entre 400 y 1500 mg/l.

VI. Las clasificaciones basadas en la **composición químico-física**, toman en cuenta los iones mayoritarios presentes. El método más utilizado el de Kurlov, basado en el criterio de considerar en la denominación del agua aquellos aniones y cationes que sobrepasan el 20 % de meq/l. Según este método las aguas si clasifican de la siguiente manera (Fagundo, 1996):

1. Con relación a los aniones:

- a) Aguas bicarbonatadas.
- b) Aguas sulfatadas.
- c) Aguas cloruradas.
- ch) Aguas bicarbonatadas sulfatadas.
- d) Aguas bicarbonatadas cloruradas.
- e) Aguas sulfatocloruradas.
- f) Aguas sulfatocloruradas bicarbonatadas.

2. Con relación a los cationes:

- a) Aguas cálcicas.
- b) Aguas magnésicas.
- c) Aguas sódicas.
- ch) Aguas calcicomagnesianas.
- d) Aguas calcicosódicas.
- e) Aguas magnesicosódicas.
- f) Aguas cálcico-magnésico-sódicas.

En el Instituto de Hidrología y Climatología Médicas se utilizó el criterio de clasificación basado en la **composición hipotética** de las aguas (Broderman, 1948; Trelles, 1948). Esta composición considera los minerales que deben precipitar de un agua sometida a evaporación hasta sequedad, se calcula de manera hipotética a partir de la composición iónica y se expresa en términos de composición mineral en mg/l.

Clasificación basada en los grupos balnelógicos. Esta es la clasificación de mayor aceptación en todo el mundo. La misma es muy integral, toma en cuenta la mineralización global, la composición predominante de gases, de aniones o cationes que representan más del 20 % de la masa iónica correspondiente y los componentes especiales que poseen propiedades terapéuticas reconocidas. Siguiendo estas normas, que podemos considerar internacionales, podemos clasificar las aguas minerales como sigue:

? **Aguas con más de un gramo por litro de sustancias mineralizantes.**

Cloruradas: con más de 1 g/l de sustancias mineralizantes, donde el ion cloruro, en una concentración superior a 20 % meq/l suele estar acompañado de sodio en proporción semejante (Armijo-Valenzuela, 1994a). La composición de este tipo de agua refleja un origen profundo y la presencia de mares pretéritos. La ocurrencia de fallas y grietas facilita su ascenso a la superficie se subdividen en:

Fuentes (más de 50 g/l).

Medianas (entre 10 y 50 g/l)

Débiles (menos de 10 g/l)

Sulfatadas: con más de 1 g/l de sustancias mineralizantes, donde predomina el anión sulfato (con más de 20 % meq/l) y están influidas fuertemente en sus propiedades terapéuticas por otros iones como sodio, magnesio, bicarbonato y cloruro (San Martín y Armijo-Valenzuela, 1994).

Bicarbonatadas: con más de 1 g/l de sustancias mineralizantes, donde el ion bicarbonato (con más de 20 % meq/l) es acompañado de calcio, magnesio, sodio, cloruro y otros (Armijo-Valenzuela, 1994b).. Estas aguas cuando poseen gran cantidad de ácidos libres (CO₂ mayor de 250 mg/l), también se denominan **carbónicas o carbogaseosas** (Armijo-Valenzuela, 1994c).

Mixtas con relación a los aniones: con más de un ión (cloruro, sulfato o bicarbonato) que posee más de 20 % meq/l.

Sódicas: con más de 1 g/l de sustancia mineralizante, donde el ion sodio posee una concentración superior al 20 % meq/l.

Cálcicas: con más de 1 g/l de sustancia mineralizante, donde el ion calcio posee una concentración superior al 20 % meq/l.

Magnésica: con más de 1 g/l de sustancia mineralizante, donde el ion magnesio posee una concentración superior al 20 % meq/l.

Mixtas con relación a los cationes: cuando más de un ión (sodio, calcio o magnesio) posee más de 20 % meq/l.

? **Aguas con mineralización inferior a un gramo por litro.**

Se conocen como aguas oligominerales (San Martín, 1994). En ellas la mineralización es inferior a 1 g/l, aunque pueden poseer abundante cantidad de los microelementos: cobalto, vanadio, molibdeno, silicio, fósforo, germanio, etc.. Se admiten dos subgrupos, uno de débil mineralización (menos de 0.2 g/l) y otro de mediana mineralización (0.2-1 g/l), pero sin considerárseles factores mineralizantes especiales.

- **Aguas con componentes especiales reconocidos por su actividad biológica en determinadas proporciones**

Desde este punto de vista, se consideran también aguas minerales, aquellas que poseen determinados componentes de acción biológica reconocida, a partir de determinada concentración establecida en las normas. Dentro de esta agua se deben destacar las ferruginosas, con más de 5 mg/l de Fe^{2+} (Ceballos, 1994) y las radónicas, con más de 1.84 nCi/l (Armijo-Valenzuela, 1994d).

En Francia, teniendo en cuenta las características de sus recursos naturales, las aguas minerales han sido clasificadas (Pomerol y Ricour, 1992) de las siguiente maneras:

GRUPOS	CARACTERÍSTICAS
Aguas Sulfuradas	Presencia de sulfuro y sulfuro de hidrogeno
Aguas Sulfatadas	El anión sulfato es predominante
Aguas Cloruradas	El anión cloruro es predominante
Aguas Bicarbonatadas	El anión bicarbonato es predominante
Aguas Oligominerales	Son ligeramente mineralizadas (menos de 1 g/l)

La clasificación de las aguas atendiendo a los grupos balneológicos, corresponde a un tipo de clasificación muy integral, que tiene en cuenta la composición química, las propiedades físicas y el valor terapéutico de una serie de elementos biológicos o farmacológicos

Según la literatura búlgara (Kartens Alexandrov, en: Karakolev, 1984), las aguas minerales de ese país se clasificaron durante muchos años en las siguientes clases:

- 1) Hidrocarbonatadas o bicarbonatadas.
- 2) Cloradas.
- 3) Sulfatadas.
- 4) Nitradas.

5) Aguas de composición iónica mixta.

Poseen más de 20 % de meq/l del ion correspondiente. Cada una de estas clases se subdividen en 3 grupos:

- a) Sódicas.
- b) Cálcidas.
- c) Magnésicas.
- 6) Aguas con componentes bioactivos:
 - a) Ferruginosa ($\text{Fe}^{2+} > 10 \text{ mg/l}$).
 - b) Arsénicas ($\text{As} > 1 \text{ mg/l}$).
 - c) Yodo-bromuradas ($\text{Br} > 25 \text{ mg/l}$; $\text{I} > 10 \text{ mg/l}$).
 - d) Silícicas (ácido silícico $> 50 \text{ mg/l}$).
 - e) Otros compuestos activos (fluor, boro, litio, cobalto, etc.).
- 3) Aguas gaseosas.
 - a) Acidocarbonatadas o Carbónicas ($\text{CO}_2 > 750 \text{ mg/l}$).
 - b) Sulfhídricas ($\text{H}_2\text{S} > 10 \text{ mg/l}$).
 - c) Radónicas ($\text{Rn} > 3.64 \text{ n Ci/l}$).
 - d) Nitrogenadas con contenido de metano y otros gases.

En el Primer Simposio de Balneología de los Países Socialistas, celebrado en la antigua República Socialista de Checoslovaquia en el año 1970, se planteó la dificultad que significaba la falta de una clasificación y terminología únicas en la colaboración internacional y en el intercambio de experiencias en materia de balneología, por lo que se creó una Comisión compuestas por especialistas de diferentes países, la cual debía estudiar y elaborar una clasificación única de las aguas minerales (Jordán, 1971).

Con ese objetivo Karakolev (1971) elaboró un proyecto para clasificar en forma sistematizada las aguas búlgaras. Como base de dicha sistematización se tomó en consideración los siguientes aspectos:

- Se debían seleccionar criterios de importancia médico-balneológica. Por ejemplo, dióxido de carbono, sulfuros, bicarbonatos, radón, etc.
- La terminología utilizada debía tener también una significación médico-balneológica. Por ejemplo, usar el término aguas cloruradas sódicas en lugar de saladas.
- El ordenamiento consecutivo de los tipos de aguas debía reflejar su importancia terapéutica. Así por ejemplo, las aguas acidocarbónicas se colocarían delante de las acrotérmicas.
- Los valores límites mínimos y máximos de los criterios (temperatura, mineralización, composición de componentes químicos) debían también estar argumentados desde el punto de vista fisiológico-terapéutico.

Siguiendo estas indicaciones Karakolev (1984) propuso la siguiente clasificación de las aguas minerales:

1. Tipo I. Aguas gaseosas

Clase 1. Acidocarbónicas:	<u>CO₂ (mg/l)</u>
a) Ligeramente acidocarbónicas:	400 – 1000
b) Moderadamente acidocarbónicas:	1000 – 1400
c) Muy acidocarbónicas:	> 1400
Clase 2. Aguas sulfurosas (sulfuradas):	<u>H₂S, HS⁻ (mg/l)</u>
a) Ligeramente sulfurosas:	10 – 50
b) Moderadamente sulfurosas:	50 – 150
c) Muy sulfurosas:	> 150
Clase 3. Aguas radónicas:	<u>Rn (nCi/l)</u>
a) Ligeramente radónicas:	5 – 40
b) Moderadamente radónicas:	40 – 100
c) Muy radónicas:	> 100

2. Tipo II. Aguas mineralizadas. Con una mineralización mayor de 2 g/l. Sus límites dependen del tipo de tratamiento:

	<u>Externo (% meq/l)</u>	<u>Por ingestión (mg/l)</u>
Clase 1. Aguas bicarbonatadas	> 20	> 1200
Clase 2. Aguas sulfatadas	> 20	> 950
Clase 3. Aguas cloruradas	> 20	> 1200
Clase 4. Aguas sódicas	> 20	> 450
Clase 5. Aguas cálcicas	> 20	> 300
Clase 6. Aguas magnésicas	> 20	> 150

3. Tipo III. Aguas con microcomponentes biológicos activos: mg/l

Clase 1. Aguas yoduradas.	I >	3
Clase 2. Aguas bromuradas	Br >	25
Clase 3. Aguas arsenicales	As >	0.5
Clase 4. Aguas ferruginosas	Fe ²⁺ >	20
Clase 5. Aguas con sustancias orgánicas	Sust. Org. >	5
Clase 6. Aguas con contenido de silicio	H ₃ SiO ₃ >	50

Clase 7. Aguas con contenido de fluor

- | | | |
|----------------------------|---|-------------|
| a) Ligeramente fluoradas | F | > 1.5 - < 5 |
| b) Moderadamente fluoradas | F | > 5 - < 8 |
| c) Muy fluoradas | F | > 5 |

4. Tipo IV. Aguas poco mineralizadas (acratotermas). Aguas con valores más bajos que los límites de eficiencia establecidos para gases medicinales, sales minerales disueltas y microcomponentes, con temperaturas mayores de 20 °C.

De acuerdo a Gromova, Nelubin y Yuriev (1994) en Rusia existe los siguiente grupos balneológicos:

1. Aguas sin componentes y propiedades específicas. Su importancia curativa está determinada por la composición iónica básica y su mineralización (total de todas las sustancias disueltas en agua, en g/l, sin considerar los gases).
2. Aguas con dióxido de carbono o carbónicas. Contienen CO₂ disuelto (para aguas de bebida no menos de 0.5 g/l; para aguas de utilización externa no menos de 1.4 g/l). En aguas altamente termales con temperaturas superiores a 40-50 °C, debe ser tomado en cuenta la liberación de CO₂ libre que puede pasar a estado disuelto en el agua fría.
3. Aguas sulfurosas. Contienen H₂S+HS₋ en un orden superior a 10 mg/l.
4. Aguas con contenido de hierro, arsénico y polimetales:
 - a) Ferruginosas: Con contenido de Fe no menor de 20 mg/l.
 - b) Arsenicales: Con contenido de As no menor de 0.7 mg/l.
 - c) Polimetálicas: Que contienen altas cantidades de varios metales (Fe, Al, Mn, Cu, etc.).
5. Aguas Brómicas, Bromo-yódicas y Yódicas: Que contienen bromo, yodo y bromo o yodo:
 - a) Brómicas: Br no menor de 25 mg/l.
 - b) Bromo-yódicas: Con contenido no menores de 25 mg/l de Br y 5 mg/l de I.
 - c) Yódicas: Con contenidos de I no menor de 5 mg/l.
6. Aguas radioactivas (que contienen Rn), nitrógeno y dióxido de carbono, con contenido de Rn no menor de 5 n Ci/l
7. Aguas silíceas, nitrogenadas y con dióxido de carbono. Con contenidos de H₂SiO₃ no menor de 50 mg/l.
8. Aguas con altos contenidos de sustancias orgánicas: Que contienen C_{org} no menor de 10 mg/l (con mineralización del agua no menor de 2 g/l).
9. Aguas de débil mineralización (menos de 2 mg/l). No contienen altas cantidades de compuestos bioactivos específicos.

Romero (2000), además de estos 9 grupos establece los siguientes:

10. Aguas cloruradas. Con más de 1 g/l de sales solubles totales y más de 20 meq/l de ion Cl⁻.
11. Aguas hidrocarbonatadas. Con más de 1 g/l de sales solubles totales y más de 20 meq/l de ion HCO₃⁻.
12. Aguas sulfatadas. Con más de 1 g/l de sales solubles totales y más de 20 meq/l de ion SO₄²⁻.
13. Aguas cálcicas. Con más de 1 g/l de sales solubles totales y más de 20 meq/l de ion Ca²⁺.
14. Aguas magnésicas. Con más de 1 g/l de sales solubles totales y más de 20 meq/l de ion Mg²⁺.

De acuerdo a la Norma Cubana de Agua Mineral (N.C 93-01-218: 1995), en esta clasificación los componentes bioactivos deben poseer la concentración que se relaciona a continuación:

- **Sufuradas** o sulfhídricas: con más 1 o más mg/l de sulfuro de hidrógeno (H₂S) o ion sulfihídrido (SH). La proporción en que se encuentran estas dos especies depende del pH. A valores de pH inferiores de 7.5 prevalece el H₂S, mientras que a valores mayores es más abundante el SH.
- **Carbogaseosas**: con una cantidad de CO₂ igual o superior a 250 mg/l.
- **Silícicas**: con una cantidad de H₃SiO₃ igual o superior a 50 mg/l.
- **Bóricas**: con una cantidad de H₃BO₃ igual o superior a 4 mg/l.
- **Arsénicas**: con un contenido de As igual o superior a 0.2 e inferior a 0.3 mg/l.
- **Báricas**: con un contenido de Ba²⁺ igual o superior a 4 mg/l.
- **Fluóricas**: con un contenido de F⁻ igual o superior a 1 e inferior a 2 mg/l.
- **Brómicas**: con un contenido de Br⁻ igual o superior a 4 mg/l.
- **Yoduradas**: con un contenido de I igual o superior a 1 mg/l.
- **Litínicas**: con un contenido de Li⁺ igual o superior a 1 mg/l.
- **Estróncicas**: con un contenido de Sr²⁺ igual o superior a 10 mg/l.
- **Ferruginosas**: aquellas aguas donde el ion hierro se encuentra en su forma reducida y posee una concentración superior a 5 mg/l. Estas aguas se destacan por la apreciable coloración de la superficie de la roca por donde discurren.
- **Radónicas**: con contenidos de radón (Rn) mayor de 1.82 nCi/l.
- **Aguas sin componentes específicos**: sin que posean componentes especiales ni mineralización superior a 1 g/l.

Como regla general, esos componentes que contienen las aguas en pequeñas cantidades no determinan su composición química básica, pero son de considerable importancia para la acción curativa de las aguas minerales. Entre dichos componentes figuran: Al, Fe, Br, I, F, H₂SiO₃, C_{org}.

En todo el mundo se han establecido normas no unificadas para determinar el contenido mínimo que deben poseer estos elementos para tomar en cuenta la agrupación de las aguas al respecto. Se suele tomar cantidades que exceden de 1-2 órdenes las concentraciones de fondo en los correspondientes tipos de agua. Estos límites en Rusia son: CO₂-500, (H₂S-HS⁻)-10, Fe-20, As-0.7, Br-25, I-5, (H₂SiO₃-HSiO₂)-50 (todas en mg/l) y Rn-5nCi/l.

Clasificaciones de las aguas minerales de bebida

Los Códigos Alimentarios de los diferentes países presentan las clasificaciones de las aguas minerales usadas para bebida y en ocasiones también con fines crenoterápicos. Además, establecen los límites mínimos que debe poseer cada componente para clasificar.

De acuerdo al Código Alimentario Español de 1967 (en: Armijo-Valenzuela y San Martín, 1994^a), las aguas minerales para uso balneológico se clasifican en:

Aciduladas (CO₂ > 250 mg/l)

Alcalinas (predominio de Na⁺ y HCO₃⁻)

Amargas (predominio de SO₄²⁻, Na⁺ y Mg²⁺)

Arsenicales (As > 0.2 mg/l)

Estróncicas (Sr > 10 mg/l)

Ferruginosas (Fe²⁺ > 5 mg/l)

Litínicas (Li > 1 mg/l)

Boratadas (HBO₃ > 4 mg/l)

Bromuradas (Br > 4 mg/l)

Yoduradas (I > 1 mg/l)

Fluoradas (F⁻ > 2 mg/l)

Sulfuradas (HS⁻, S₂O₃²⁻, H₂S)

Radiactivas (con más de determinados nCi/l)

Para uso como bebida envasada, el Código Alimentario Español (RDI 1.164/1991; en: Armijo-Valenzuela y San Martín, 1994^a), establece las siguientes clasificaciones y límites:

Bicarbonatadas (HCO₃⁻ > 600 mg/l)

Sulfatadas (SO₄²⁻ > 200 mg/l)

Cloruradas (Cl⁻ > 200 mg/l)

Sódicas (Na⁺ > 200 mg/l)

Cálcicas (Ca²⁺ > 150 mg/l)

Magnésicas (Mg⁺ > 50 mg/l)

Fluoradas (F⁻ > 1mg/l)

Ferruginosas (Fe²⁺ > 1 mg/l)

Aciduladas ($\text{CO}_2 > 250 \text{ mg/l}$)

A continuación se presentarán algunos métodos de clasificación de aguas minerales de bebida encontrados mediante la búsqueda a través de los sitios Web de Internet relacionados con las aguas minerales y el termalismo.

Según Sitio Web. “Aire, tierra, luz y aire”, las aguas minerales se clasifican en:

Aguas sulfatadas cálcicas: Se caracterizan por la abundancia del ácido sulfúrico como elemento negativo y del cálcico como positivo, dando como dominante el sulfato de cal o yeso.

Aguas sulfatadas sódicas y magnésicas: Su mineralización la constituyen sulfatos magnésicos y sódicos, acompañados generalmente por cloruro y sulfato de cal.

Aguas sulfurosas. Hay dos clases, las sulfuradas sódicas, y las sulfuradas cálcicas.

Aguas cloruradas. Los elemento de su mineralización muestran una mayor cantidad de cloruro de sodio asociado en mayor o menor cantidad a cloruros, sulfatos, bicarbonatos alcalinos, bromuros, yoduros e incluso sulfuros. En cierta manera, el agua del mar es un agua clorurada sódica fuerte.

Aguas bicarbonatadas: Son eminentemente alcalinas, su mineralización la constituyen bicarbonatos alcalino-térreos con exceso de ácido carbónico, prácticamente en su totalidad y gracias al gas carbónico libre. Se dividen en:

Sódicas, Cálcicas y Mixtas. En las sódicas, el elemento principal es el bicarbonato de sosa. En las cálcicas los bicarbonatos térreos superan a los bicarbonatos alcalinos, son esencialmente gaseosas. En las mixtas se forman con similares cantidades de bicarbonatos alcalinos-térreos con abundante ácido carbónico libre.

Aguas ferruginosas: Obtienen su mineralización de los óxidos, hidratos, carbonatos y sulfuros de hierro. En algunos casos al contener manganeso y arsénico forman un grupo de aguas ferroarsenicales.

Aguas acídulas o carbónicas: Son las que contienen más de 259 mg. de gas o anhídrido carbónico o gas libre.

Aguas alcalinas: Son las que predominan las sales sódicas o bicarbonatos, como el cloruro sódico.

Aguas amargas: Son aguas sulfatadas, ricas en magnesio y sulfatos.

Aguas radiactivas: Su clasificación, al margen de su mineralización, se debe a tener disueltas sustancias radiactivas, bien en forma de emanaciones o sales de radio o torio.

Aguas oligominerales: Son aguas con poca mineralización.

El Sitio Web. “Las Aguas” considera los siguientes tipos de aguas y límites de concentración:

Aguas bicarbonatadas (más de 600 mg/l de bicarbonato)

Aguas cloruradas (más de 200 mg/l de cloruro)

Aguas ferruginosas (más de 1 mg/l de hierro bivalente)

Aguas fluoradas (más de 1 mg/l de fluoruros).

Aguas magnésicas (más de 50 mg/l de magnesio)

Aguas sódicas (más de 200 mg/l de sodio)

Aguas sulfatadas (más de 200 mg/l de sulfatos)

Tipo de agua Sales Minerales:

Saladas Cloruro sódicas

Saladas sulfato alcalinas

Sulfato alcalinas terrosas

Saladas bromo yódicas

Saladas yódico sulfato alcalinas

Saladas yódico alcalinas terrosas

Sulfurosas Sulfúreas

Sulfúreo saladas

Sulfúreo saladas bromo yódicas

Sulfúreo saladas sulfato alcalinas

Sulfúreo sulfato alcalinas

Arsenicales ferruginosas Arsenicales

Arsenicales ferruginosas

Ferruginosas

Bicarbonatadas Bicarbonato alcalinas

Bicarbonato alcalinas bromo yódicas

Bicarbonato alcalinas terrosas

Bicarbonato sulfato alcalinas

Bicarbonato sulfato alcalinas terrosas

Sulfatadas Sulfato alcalinas

Sulfato alcalina terrosas

Carbónicas más de 300 cc/l de anhídrido carbónica

El Sitio Web. “Bienvenidos a Zonatermal.com Propiedades de las Aguas Termales”, considera los siguientes tipos de aguas minerales:

- **Cloruradas**

- **Bicarbottadas**
- **Carbogaseosas**
- **Oligominerales**
- **Sulfatadas**
- **Con componentes específicos**

En el Sitio Web. “Código Alimentario Argentino - Capítulo 12”, las aguas minerales naturales, de acuerdo a su composición se clasificarán de la siguiente manera:

- ? **Alcalina o bicarbonatada:** contiene más de 600 mg/l de ión bicarbonato
- ? **Acidulada o carbogaseosa:** contiene más de 250 mg/l de dióxido de carbono libre
- ? **Salina o clorurada:** contiene más de 500 mg/l de cloruro de sodio
- ? **Cálcica:** contiene más de 150 mg/l de calcio
- ? **Magnésica:** contiene más de 50 mg/l de magnesio
- ? **Fluorada:** contiene más de 1 mg/l de flúor y menos de 2 mg/l
- ? **Ferruginosa:** contiene más de 2 mg/l de hierro y menos de 5 mg/l
- ? **Iodadas:** contiene más de 1 mg/l de iodo y menos de 8.5 mg/l
- ? **Sulfatadas:** contiene más de 200 mg/l ion sulfato y menos de 600 mg/l

VII. Atendiendo a las **acciones terapéuticas**. Algunos especialistas han propuesto clasificaciones de las aguas mineromedicinales atendiendo a sus acciones terapéuticas. (Armijo y San Martín, 1994b). Sin embargo, estas clasificaciones son poco precisas puesto que la mayoría de las aguas son de comportamiento complejo y pueden ejercer efectos diferentes sobre el organismo sano o enfermo. Por esa razón, en muchos países se han establecido clasificaciones mixtas de aguas mineromedicinales, las cuales toman en cuenta tanto la composición química como las acciones terapéuticas de las mismas, tal como se muestra en la siguiente.

TIPO DE AGUA	ACCIÓN TERAPÉUTICA
Sulfuradas	Antialérgicas, desintoxicantes, antiflogísticas, antirreumáticas.
Cloruradas	Anticatarrales, antiinflamatorias
Sulfatadas	Colagogas, purgantes
Cálcicas	Antialérgicas, sedantes, antiinflamatorias
Ferruginosas	Antianémicas y reconstituyentes
Radiactivas	Equilibradoras, sedantes
Oligométalicas	Diuréticas

En un Informe del Instituto de Geología y Minas de España, López-Geta y Baeza (1986) plantean que las aguas mineromedicinales pueden agruparse según sus efectos terapéuticos según los siguientes criterios:

1. Según los efectos producidos sobre el organismo.
2. Según las patologías sobre las que presentan efectos beneficiosos.
3. Según el órgano o función sobre los que actúan:
 - a) Aparato digestivo, nutrición y piel.
 - b) Aparato circulatorio y respiratorio.
 - c) Reumatismo.
 - d) Sistema nervioso.

Bibliografía

Armijo-Valenzuela, M. y J. San Martín "Clasificación de las aguas mineromedicinales. En: Curas Balnearias y Climáticas". Talasoterapia y Helioterapia, Ed. Computense, Madrid, 219-223, 1994a.

Armijo-Valenzuela, M. y J. San Martín "Aguas minerales. Conceptos generales. En: Curas Balnearias y Climáticas. Talasoterapia y Helioterapia," Ed. Computense, Madrid, 11-16, 1994b.

Armijo-Valenzuela, M. "Aguas cloruradas sódicas". En: Curas Balnearias y Climáticas. Talasoterapia y Helioterapia, Ed. Competense, Madrid, 227-240, 1994a.

Armijo-Valenzuela, M. "Aguas bicarbonatadas". En: Curas Balnearias y Climáticas. Talasoterapia y Helioterapia, Ed. Competense, Madrid, 261-267, 1994b.

Armijo-Valenzuela, M. "Aguas carbónicas o aciduladas". En: Curas Balnearias y Climáticas. Talasoterapia y Helioterapia, Ed. Competense, Madrid, 271-277, 1994c.

Armijo-Valenzuela, M. "Radiactividad en las aguas mineromedicinales. Radioterapia". En: Curas Balnearias y Climáticas. Talasoterapia y Helioterapia, Ed. Competense, Madrid, 271-277, 1994d.

Brodermann, J. "Clasificación de las aguas minero-medicinales analizadas por el Instituto Nacional de Hidrología y Climatología Médicas". Archivos del Instituto Nacional de Hidrología y Climatología Médicas, Año II, No. 2, 1948.

Drever, J.I. "The Geochemistry of Natural Waters". Ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 430 Págs., 1982.

Ergorov, S.V. y J.R. Luge "Hidrogeología de Cuba". INRH, ICRM, La Habana, 84 Págs, 1967.

Fagundo, J. R. "Química del agua kárstica"- En: "Hidroquímica del Karst". Ed. OSUNA, Universidad de Granada (España), 13-212, 1996.

FAO/OMS, Normas del CODEX para aguas minerales y para helados y mezclas de helados. FAO, ROMA, 9 Págs., 1985.

Gramova, V., V. Nelubin y V. Yuriev. "Clasificación de las aguas minerales adoptada en Rusia y su estandarización". 32nd World Congress of the I. S. M. H. Bad Wörishofen, April 1994: 99-102, 1994.

López-Geta, J. y J. Baeza. "Informe sobre las aguas minero-medicinales, minero industriales y de bebida envasada existentes en España". Ministerio de Industrias y Energía. Instituto Geológico y Minero de España, 30 Págs., 1986.

Morell, I. "Origen del Termalismo. Geotermómetros. Algunas peculiaridades hidrogeoquímicas de las aguas termales". Tercera Jornada sobre Termalismo. Grupo Nacional de Termalismo. Santa Clara (Cubas), 24 de Noviembre de 1995, 19 Págs., 1995.

- N.C 2: 1996. "Normas de Bebida Envasada. Especificaciones", 5 Págs., 1996.
- N.C. 93-01-218: 1995. "Norma Cubana de Agua Mineral". Oficina Nacional de Normalización (La Habana, Cuba), 8 Págs., 1995, 1995.
- N.C. 93-02: 1985. "Norma Cubana de Agua Potable". Oficina Nacional de Normalización (La Habana, Cuba), 8 Págs., 1985.
- Pomerol, Ch. et J. Ricour. "Terroirs et thermalisme. Les eaux minerales francises". Edition du BRGM, 288 Págs., 1992.
- Romero, J. "Aguas minerales, mineromedicinales y peloides. Uso con fines turísticos". Memorias del I Congreso Latinoamericano de Turismo y Salud, México. Edición en soporte electrónico, 2000.
- San Martín J. "Aguas oligominerales o de débil mineralización". En: Curas Balnearias y Climáticas. Talasoterapia y Helioterapia, Ed. Computense, Madrid, 305-312, 1994.
- San Martín J. y M. Armijo-Castro. "El azufre en las aguas mineromedicinales: aguas sulfatadas y aguas sulfuradas". En: Curas Balnearias y Climáticas. Talasoterapia y Helioterapia, Ed. Competense, Madrid, 243-256, 1994.
- Schoeller H. "Les eaux souberraines". Ed. Masson, Paris, 1962.
- "Aire, tierra, luz y aire.". Disponible en:
<http://personal.redestb.es/martin/CRENOTERAPIA.htm>. Acceso el 17 de Septiembre 2001.
- "Bienvenidos a Zonatermal.com - Propiedades de las Aguas Termales". Disponible en:
http://www.zonatermal.com/Aguas/A_Prop.htm. Acceso el 17 de Septiembre 2001.
- Sitio Web. "Las Aguas".
- Sitio Web. "Código Alimentario Argentino - Capítulo 12".
- Trelles, F. "Análisis de aguas minero-medicinales cubanas estudiadas por este Instituto". Archivos del Instituto Nacional de Hidrología Climatología Médicas, Año II, No. 2, 171-184, 1948.
- Urbani F. "Geotermia en Venezuela". Ed. GEOS, No. 31, 1-347, 1991.

RESUMEN DE LOS LIMITES QUE APARECEN EN LA BIBLIOGRAFIA CONSULTADA CON RELACION A LA CLASIFICACION DE LAS AGUAS MINERALES Y MINEROMEDICINALES

1. Temperatura (°C).

No	I Rusia	II Bulgaria	III Bulgaria	IV España	V España	VI España	VIII Internacional	VIII Francia	IX Venezuela	X Argentina	XI Cuba
1	< 0										
2	0-4										
3	4-20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20		< 20	< Tma	0-20	
4	20-35	20-34	20-32	20-30	23-32	20-30	< 35	20-30	Tma - 37	21-30	< 25
5	35-42	34-37	33-37	30-50	33-42	30-40	35-37	30-50	37-60	31-40	25-28
6	42-100	37-50	> 37	> 50		> 40	> 37	50-100	60-100	> 40	> 29
7		50-90									
8	> 100	> 90						> 100			

I: Gramova et al., 1994; II: Kents Alexadrov (en: Karakolev, 1984), III : Karakolev, 1984; IV: Código Alimentario Español (RS 180 °C); V: Sitio Web “Agua, tierra, luz y aire”; VI: Armijo y San Martín, 1994; VII: Criterio Terapéutico (en: Armijo y San Martín, 1994); VIII: Pomerai y Ricour, 1992; IX:: Urbani, 1991; X: Sitio Web “Codigo Alimentario Argentino-Propiedades de las Aguas Termales”; XI: Norma Cubana de Aguas Minerales NC 93-01-218:95.

Tma: temperatura media anual.

Nominación:

Rusia (I): 1- Extremadamente frías; 2- Muy frías; 3- Frías; 4- Termales débiles; 5- Termales calientes; 6- Altamente calientes; 8- Extraordinariamente calientes.

Bulgaria (II): 3- Frías; 4- Termales calientes; 5- Homotermales; 6- Moderadamente calientes; 7- Muy calientes; 8- Hirvientes.

Bulgaria (III): 3- Frías; 4- Hipotermales; 5- Isootermales; 6- Hipertermales.

España (IV): 3- Frías; 4- Hipotermales ; 5- Mesotermales; 6- Hipertermales.

España (V): 3- Frías; 4- Templadas; 5- Calientes; 6- Muy calientes.

España (VI): 3- Frías; 4- Hipotermales; 5- Mesotermales; 6- Hipertermales.

Internacional (VII). Criterio hidroterapéutico: 4- Hipotermales; 5- Mesotermales; 6- Hipertermales.

Francia (VIII): 3- Frías; 4- Tibeas; 5- Calientes; 6- Muy calientes; 8- Supercalientes.

Venezuela (IX): 3- Frías; 4- Calientes; 5- Muy calientes.

Argentina (X): 3- Atermales; 4- Hipotermales; 5- Mesotermales; 6- Hiptermales.

Cuba (XI): 4- Hipotermales; 5- Ortotermales; 6- Hipotermales.

RESUMEN DE LOS LIMITES QUE APARECEN EN LA BIBLIOGRAFIA CONSULTADA CON RELACION A LA CLASIFICACION DE LAS AGUAS MINERALES Y MINEROMEDICINALES

2. Mineralización global (RS o TSS – g/l).

No	I Rusia	II Bulgaria	III España	IV España	V España	VI Francia	VII Venezuela	VIII Argentina	IX Cuba
1				< 0.1					
2				0.1-0.25				0.05-0.1	
3			< 0.2	0.25-0.5	< 0.05			0.01-0.5	< 0.2
4	< 2	< 1	0.2-1	0.5-1	0.05-0.5	< 1	< 1	0.5-1.5	0.2-1
5			> 1	> 1.5	> 1.5	> 1	> 1	1.5-2	> 1
6	2-5	2-5							
7	5-10	5-15							
8	10-35	15-30							
9	35-150	30-100							
10	150-350	> 100							
11	> 350			> agua de mar					

I: Gramova et al., 1994; II: Karakolev, 1984; III: Código Alimentario Español (RS 180 °C); IV: Código Alimentario Español (RS 110 °C); V: Aguas de bebida envasadas RDI 1.164/1991 (aguas envasadas); VI: Pomeroy y Ricour, 1992; VII: Urbani, 1991; VIII: Sitio Web “Codigo Alimentario Argentino -Propiedades de las Aguas Termales”; IX: Norma Cubana de Aguas Minerales NC 93-01-218:95.

Nominación:

Rusia (I): 1- Débil; 2- Pequeña; 3- Media; 4- Alta; 5- Soluciones condensadas; 6- Soluciones condensadas fuertes; 7- Soluciones Condensadas ultrafuertes.

Bulgaria (II): 6- Ligeramente mineralizadas; 7- Medianamente mineralizadas; 8 Muy mineralizadas; 9- Saladas; 10- Muy saladas.

España (III): 1- Oligominerales; 2- Mediominales; 3- Minerales; 4- Media; 5- Fuerte; .

España (IV): 1- Oligometálicas; 2- Muy débil; 3- Débil; 4- Media; 5- Fuerte; 11- Marina e hiper marina.

España (V): 3- Muy débil; 4-Oligometálicas o de mineralización débil; 5- Muy fuertes.

Francia (VI): 4- Oligominerales; 5- Minerales.

Venezuela (VII): 4- Oligominerales; 5- Minerales.

Argentina (VIII): 2- Oligominerales; 3- Muy débil mineralización; 4- Media; 5- Fuerte.

Cuba (IX): 3- Baja; 4- Media; 5- Alta.

RESUMEN DE LOS LIMITES QUE APARECEN EN LA BIBLIOGRAFIA CONSULTADA CON RELACION A LA CLASIFICACION DE LAS AGUAS MINERALES Y MINEROMEDICINALES

3. Composición química. Componentes especiales (mg/l).

No	Componente	I Rusia	II Bulgaria	III España	IV España	V España	VI (uso externo)	VII-Francia (uso externo)	VIII Alemania	IX Argentina	X Cuba
1	S/Comp. Esp.	No Comp. Esp.									
2	CO ₂	500	500	250		250	250	CO ₂		250	250
3	H ₂ S, HS-	10	10	Liá		Presencia	1	Presencia		< 0.05	1
4	Rn (nCi/l)	5	3.64	1.82		Sust. Rad.	1.82				1.82
5	N ₂ , CH ₄	Presencia	Presencia								
6	Fe	20	10	5	1	Comp. Fe	10	Fe	5	2-5	5
7	As	0.7	1	0.2					1.2	< 0.2	0.2-3
8	Fe, Al, Mn, Cu	Presencia									
9	Br	25	25							< 0.6	4
10	I	5	10	1					1	1-8.5	1
11	Br y I	25; 5	25; 10								
12	H ₂ SiO ₃	50		50							50
13	Corg	10									
14	Li			1					1		1
15	Ba									< 1	5
16	Sr			10					10		10
17	H ₃ BO ₃			4						< 30	4
18	F			2	1				2	1-2	1-2
19	Na, HCO ₃ , NaCl	Predominio		Predominio		Predominio					
20	SO ₄ , Na, Mg	Predominio		Predominio		Predominio					
21	Na				200						
22	Ca				150					150	
23	Mg				50					50	
24	HCO ₃				600	Predominio	20 % meq/l; 1g/l	20 % meq/l; 1g/l		600	
25	Cl				500	Predominio	20 % meq/l; 1g/l	20 % meq/l; 1g/l		500-900	
26	SO ₄				200	Predominio	20 % meq/l; 1g/l	20 % meq/l; 1g/l		200-600	

27	RS	< 2g/l	< 2g/l	1	1		1	> 100			
----	----	--------	--------	---	---	--	---	-------	--	--	--

I: Gramova et al., 1994; II: Kents Alexadrov, en: Karakolev, 1948; III: Código Alimentario Español (1967); IV: Código Alimentario Español RD 1.164/1991 (aguas envasadas); V: Sitio Web “Agua, tierra, luz y aire”; VI: Armijo y San Martín, 1994; VI: Criterio Internacional (en: Armijo y San Martín, 1994); VII: Pomeroy y Ricour, 1992; VIII: Cadish, en: Urbani, 1991; IX: Sitio Web “Codigo Alimentario Argentino- Propiedades de las Aguas Termales”; X: Norma Cubana de Aguas Minerales NC 93-01-218:95.

Nominación:

1- Sin componentes específicos; 2- Carbónicas, carbogaseosas o aciduladas; 3- Sulfuradas; 4- Radónicas; 5- Nitrogenadas (con nitrógeno y metano); 6- Ferruginosas; 8- Polimetálicas; 9- Bromuradas; 10- Yoduradas; 11- Bromo-yoduradas; 12- Silícicas; 13- Con componentes orgánicos; 14- Litínicas; 15- Béricas; 16- Estróncicas; 17- Boratadas; 18- Fluoradas; 19- Alcalinas; 20- Amargas; 21- Sódicas; 22- Cálcidas; 23- Magnésicas; 24- Bicarbonatadas; 25- Cloruradas; 26-Sulfatadas; 27- Oligominerales